



Středoškolská technika 2009

Setkání a prezentace prací
středoškolských studentů na ČVUT

STIRLINGŮV MOTOR

Adam Zákoutský, Petr Šenfeld, Matyáš Knor

SPŠS Betlémská

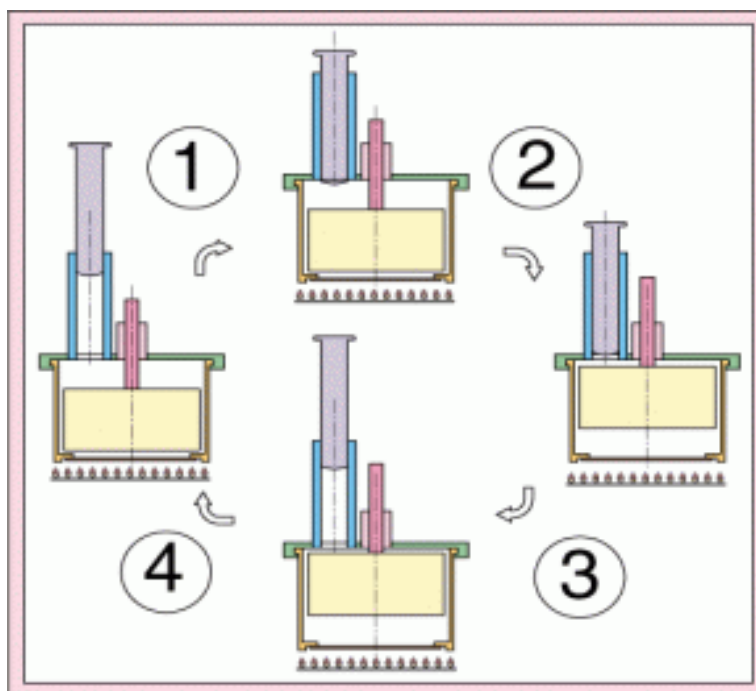
Praha 1, Betlémská 4

Úvod

Soutěže se zúčastnily čtyři pražské průmyslové školy Průběh soutěže je popsán na internetovém blogu www.betlemska-stirling.blog.cz

Zadání: Vytvoř si svůj Stirlingův motor

Jaký to je motor? - Před 170. léty, v době vzniku naší školy, výbušné spalovací motory neexistovaly. Těžkým strojům vládly parní motory, menší výkony byly zastoupeny teplovzdušnými motory, které vynalezl Skot Stirling v roce 1816.



Princip: Uzavřený objem vzduchu (plynu) je na jedné straně motoru ohříván, na druhé ochlazován. Přeháněcí píst přehání vzduch z jedné strany na druhou. Uvnitř motoru vzniká střídavě relativní přetlak a podtlak, které působí na pracovní píst. Ten pohání klikovou hřídel, od níž je odvozen i pohon přeháněče. Čím je větší teplotní rozdíl teplé a studené strany, tím větší je práce jednoho oběhu a tím i výkon motorku.

Teoretický oběh Stirlingova motoru tvoří dvě izotermie a dvě izochory a jeho účinnost je relativně vysoká. Využití tepla na vstupu je však nízké a proto je výkon motorku malý. V dnešní době s propracovanou konstrukcí, vysokými teplotami a odolnými materiály Stirlingův motor začíná opět nacházet své uplatnění. Je též velmi perspektivní s příkonem obnovitelnými zdroji energie

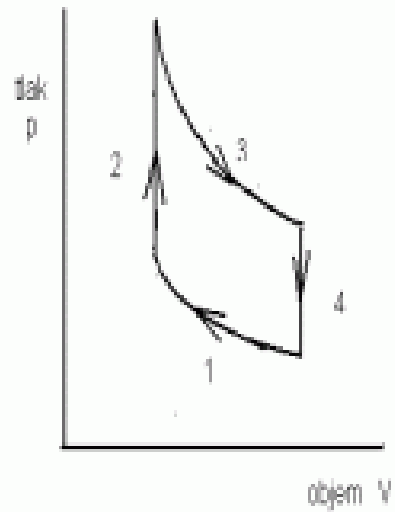
Pravidla soutěže:

Soutěžící si z obdržných dílů sestaví Stirlingův motorek. Některé součásti ovšem musí být dokončeny. Kterákoliv z nich může být nahrazena jinou - vlastní. Musí být zachovány pouze dva parametry: Průměr komory - $D = 100 \pm 2$ mm a výška komory $H = 62 \pm 2$ mm. To je zaručeno běžnou plechovkou od konzervy. Základním kritériem při hodnocení jsou otáčky motoru. Budou měřeny bezdotykovým digitálním otáčkoměrem při stálém plameni plynového hořáku. Doma je možno motor zkoušet na nejmenším plynovém vařiči nastaveném na nejmenší plamen (plamen volte menší, než odpovídá bezpečnostnímu dorazu hořáku).

Při vlastní soutěži budou motorky postupně postaveny nad plamen. Po zahřátí a rozběhu (doba asi 2 min - pro všechny stejná) budou měřeny otáčky po dobu 30 s. Největší otáčky budou zaznamenány. Dále během soutěže budou ohodnoceny provedení a vzhled motorku (design) a také technické "zlepšovky", které student vyrobí.

Soutěž proběhne ve dvou kolech v laboratořích KOM (na plynovém kahanu). První kolo bude v pondělí 26. února od 10.00hod, druhé v pondělí 26. března ve stejnou dobu. (mezi koly bude čas na vylepšování). Hodnoceny budou lepší výsledky z obou kol.

Po soutěži proběhne exhibice v učebně technologie pro žáky školy (termín bude upřesněn) Motorky poběží na vlastních plynových vařičích.



Odměny skvělé - ve třech kategoriích

- a) Nejvyšší otáčky
- b) Design a provedení
- c) Technická vylepšení

Doplňující informace

- 1) Poznámky k zadání úlohy:

Zadání úlohy obsahuje výkres sestavení Stirlingova motoru v jeho nejjednodušším provedení.

Dále součástky, z nichž některé jsou hotové (např. hřídelka) a některé se musí dokončit (např. kliky).

Naším hlavním úkolem bylo dokončit součásti a sestavit z nich motor, který by se otáčel co nejrychleji.

Věděli jsme, že hodnoceny budou též provedení a různá vylepšení. Plechovku od konzervy správných rozměrů jsme si museli sehnat sami.

- 2) Poznámky k provedení úlohy:

Práci jsme prováděli ve volném čase zejména ve školních dílnách – v zámečně. Drobnosti potom doma.

Dokončování dílů a sestavování motoru znamenalo – řezat, pilovat, vrtat, zkružovat, ohybat, vyrábět závit, lepit a montovat. Jako pomůcku jsme měli internetový blog, kde jsou zaznamenané fotografie a zkušenosti z loňského ročníku této soutěže.

Při práci na motorku jsme se snažili nejprve o to, aby motor fungoval a teprve potom jsme dělali úpravy, aby pracoval lépe. První motorek se nám k naší veliké radosti rozběhl asi po dvanácti hodinách práce.

3) Poznámky k řešení chladiče:

Stirlingův motor je teplovzdušný motor pracující na principu rozdílného tlaku chladnějšího a teplejšího vzduchu, který pohybuje pracovním pístem. Přeháněcí píst přitom přehání vzduch z ohříváné strany na ochlazovanou a naopak. Čím je větší teplotní rozdíl, tím je větší práce oběhu (viz diagram) a tím je více energie na překonání pasivních odporů a tím jsou větší otáčky. Z možností chlazení vodou a vzduchem jsme volili vzduch jako jednodušší. Jako chladiče jsme použili hliníková žebra z chlazení počítače. Žebra nejsou lepená plošně aby se nezvětšoval tepelný odpor, ale jsou přitisknutá a přitmelená po obvodu chladiče.

4) Poznámka k vyvažování:

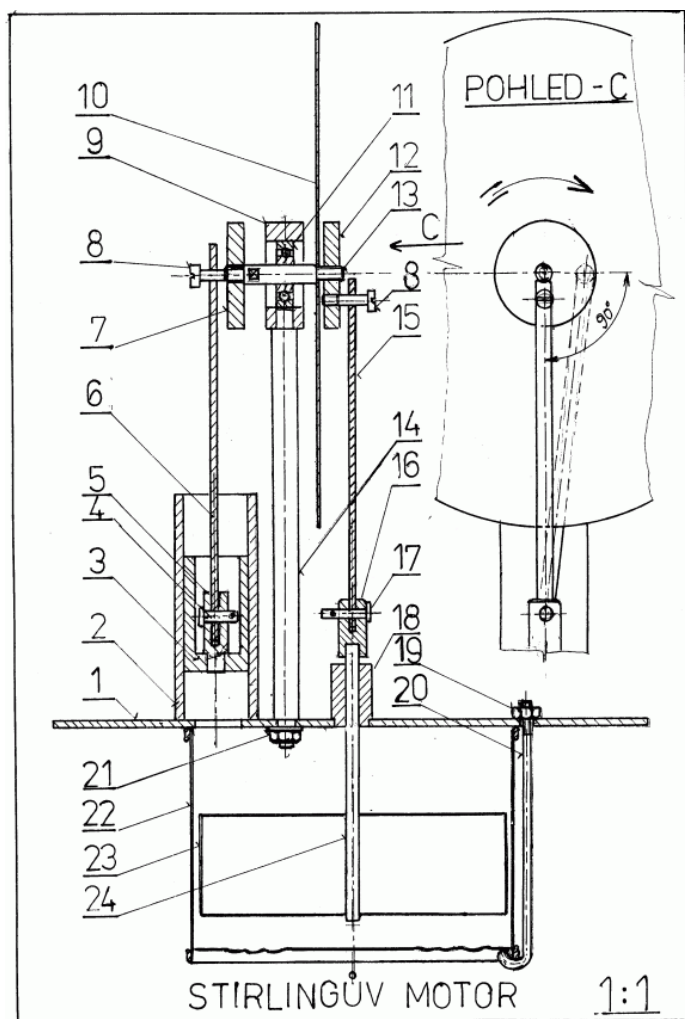
Oba klikové mechanismy je dobré vyvážit (i když jsme si zpočátku mysleli, že to bude zbytečné). Zvolili jsme ten nejjednodušší způsob – pomocí magnetu, který se může plynule posouvat na poloměru setrvačnicku. (moment závaží k ose otáčení musí být stejný, jako moment tíhy klikového mechanismu) Takto se dá motor pomocí dvou menších magnetů dobře staticky vyvážit a potom při vyšších otáčkách nevibruje.

Přínos soutěže

- 1) Při práci na součástech jsme si uvědomili, jak moc záleží na každém detailu, nic se nedá udělat povrchně, každá chyba se později projeví ve funkci celku.
- 2) S mechanickými problémy jsme se seznamovali postupně a některé jsme řešili vyrobením některé součásti znovu.
- 3) Přesvědčili jsme se, že tepelná mechanika má veliký vliv na chod stroje.
- 4) Uvědomujeme si, že na našich funkčních motorech by bylo stále co vylepšovat.
- 5) Při vlastní soutěži jsme se seznámili s tím, jak jiní soutěžící řešili stejný problém. A někteří mnohem lépe.
- 6) Z hlediska našeho učiva ve škole jsme si vlastníma rukama vyrobili
 - dva klikové mechanismy, zkrácený a nezkrácený.
 - uložení hřídele na valivém ložisku
 - setrvačnick i s vývažky.
 - klikové a pístní čepy
 - speciální šrouby pro komoru

Největší přínos soutěže byla radost, že jsme schopni vyrobit si nějaký opravdu funkční stroj vlastníma rukama

Stirlingův motor – schéma



Stirlingův motor při rozbíhání nad kahanem – foto

